

تقدير حجم الجريان السطحي بحوض وادي النوم في الجبل الأخضر^(*)

باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية

د. سليمان يحيى السبيعي

قسم الجغرافيا/ كلية الآداب/ جامعة سرت

dr.soliman.alsubaie@su.edu.ly

أ. سعد رجب لشهب

قسم الموارد والبيئة/ كلية الآداب والعلوم -المرج/ جامعة بنغازي

saadlashhab@gmail.com

أ. جمعة محمد الغنאי

قسم الجغرافيا/ كلية الآداب/ جامعة سرت

ajajqmah@gmail.com

الملخص:

يهدف البحث إلى تقدير حجم الجريان السطحي لحوض وادي النوم، عن طريق تحليل ومعالجة بيانات نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) المستخرجة من المرئيات الفضائية (ASTER) بدرجة وضوح (30) متر، من خلال توظيف برمجيات نظم المعلومات الجغرافية (GIS) لاستخراج بعض الخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوض وادي النوم البالغة مساحته (60.45) كم²، ومنها إلى تحديد حجم الجريان السيلي ليوم (3) يناير سنة (1993)م كدراسة حالة بالمنطقة.

وتوصل البحث إلى أن حجم الجريان السطحي بحوض وادي النوم بلغ نحو (6232.395) متر³، وأن صافي الجريان السطحي بلغ نحو (6182.345) متر³، مما يعد مؤشراً على خطورة الحوض.

الكلمات المفتاحية: الجريان السطحي، وادي النوم، البياضة، نظم المعلومات الجغرافية.

(*) هناك واد آخر يعرف بوادي النوم في قرية أوصرة بمحافظة عجلون بشمال غرب المملكة الأردنية الهاشمية، ويقع الوادي على ارتفاع 850 متر فوق مستوى سطح البحر، يمتاز الوادي بكثرة غاباته الحرجية، وسمي بذلك لهدوئه التام.



مقدمة:

يعد الجريان السطحي (السيول) من أهم المشكلات البيئية في المناطق الجافة وشبه الجافة، ومما يبرز هذه المشكلة ويزيدها وضوحاً تلك المحاولات الجادة للتنمية، والتوسع العمراني بأشكاله المختلفة، إضافة إلى قلة الدراسات في هذا المجال، أو محاولة تشخيص المشكلة، وتقديم الحلول المناسبة لها، فقد أشار تقرير التنمية المائية في العالم لسنة 2016م إلى أن 90% من المخاطر والكوارث الطبيعية في مختلف أنحاء العالم مرتبطة بالمياه⁽¹⁾.

وتعتبر منطقة البيضاء من أكثر مناطق الجبل الأخضر التي تعرضت للسيول، نتيجة لامتدادها في مصب وادي النوم، حيث تحمل ذاكرة أهل المنطقة سجلاً كبيراً من الفيضانات التي تعرضت لها منطقتهم، تصل إلى حوالي 35 فيضاً مناخياً بمختلف الفترات، أعنفها على الإطلاق كان فيضان يوم 03 يناير 1993م حيث بلغ مجموع كمية الأمطار التي سقطت في هذا اليوم حوالي 103 ملم⁽²⁾، وتسبب في أضرار اقتصادية واجتماعية بليغة وأدى إلى كوارث بيئية واسعة النطاق، ثم يليه فيضان نوفمبر 2018م، وفيضان ديسمبر 2012م، وفيضان أكتوبر 2021م.

ونظراً لصغر مساحة حوض وادي النوم، فإن الجريان الفجائي (الومضي) Flash Flood يعد من الأنواع المميزة للسيول في المنطقة، وتستمر لفترة زمنية قصيرة تتراوح بين بضع ساعات ويوماً واحداً، ونظراً لفجائية هذا النوع فإن قدرته التدميرية تكون كبيرة جداً. ويتوقف أثر السيول بالدرجة الأولى على كمية الأمطار، والتضاريس، ونوعية التربة، بالإضافة إلى نشاط الإنسان نفسه قد يكون سبباً في نشوء الفيضانات بدافع أنه يسعى لتوسيع أنشطته على حساب بيئته المحيطة به بعيداً عن التخطيط السليم في استغلال موارده الاستغلال الأمثل.

مشكلة البحث: قام الباحثون بطرح عدد من التساؤلات لجعل الإطار المنهجي للبحث أكثر تحديداً ومن أهمها:

(1) شيماء باسم عبدالقادر الحياي، المخاطر الهيدرولوجية للأحواض المائية في منطقة عقرة، أطروحة دكتوراه (غير منشورة)، قسم الجغرافية، كلية التربية للعلوم الإنسانية، جامعة الموصل، 2021م، ص 1.

(2) المركز الوطني للأرصاد الجوية، إدارة المناخ، بيانات غير منشورة، 1995م.

1. هل يمكن تقدير حجم الجريان السطحي لحوض وادي النوم باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية؟

2. ما مدى كفاءة الإستخراج الآلي للخصائص الهيدرولوجية باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاعتماد على معالجة بيانات نموذج الارتفاعات الرقمية؟

أسباب اختيار الموضوع: رغبة الباحثين في دراسة السيول في منطقة الدراسة، وشعورهم بأهمية الموضوع كأحد الأخطار البيئية التي تحتاج إلى معرفة أبعادها وكيفية الاستفادة منها، ودور خطرها حتى لا تهدد مراكز الاستقرار وتقف عائقاً أمام مجالات التنمية.

أهمية الدراسة : تتمثل أهمية الدراسة في كونها تعد بمثابة خطوة في توفير إطار مرجعي لدراسة تقدير حجم الجريان السطحي في الأودية باستخدام التقنيات الحديثة بمناطق أخرى من ليبيا، إذ يلاحظ افتقار الدراسات الجغرافية المحلية إلى هذا الإطار، مما يعكس حاجة ملحة لدى الباحثين إليه، كما أنها تُحدد العلاقة بين زيادة حدة وتكرارية كوارث السيول، وظروف البيئة الجافة وشبه الجافة التي تشكلت فيها.

ولعل ما يؤكد أهمية الدراسة الحالية إنه لم توجد دراسة محلية (وفي حدود علم الباحثين) تناولت موضوع تقدير الجريان السطحي لحوض وادي النوم، مما يتيح الفرصة أمام الباحثين لتطوير دراسات مشابهة في مناطق أخرى من ليبيا، ومن ثم سدّ الفجوة في الدراسات التي أغفلت موضوع الجريان السطحي للأودية، من حيث عوامل نشأتها، وآثارها البيئية على التجمعات السكانية، ومظاهر النشاط البشري الأخرى، كما تحاول الدراسة تسليط الضوء على إحدى المشكلات البيئية التي تزداد خطورتها وحدتها يوماً بعد يوم، في ظلّ تدهور عناصر المنظومة البيئية في المنطقة.

أهداف الدراسة : يهدف البحث إلى تحقيق ما يأتي:

1. استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في الاستخراج الآلي للخصائص المورفومترية والهيدرولوجية لحوض تصريف وادي النوم، وذلك بالاعتماد على معالجة بيانات نموذج الارتفاعات الرقمية.

2. تقدير حجم الجريان السطحي لحوض وادي النوم، وتدفق الذروة وارتفاع السيول فيه، ومدى خطورتها عند نقاط محددة من خلال تطبيق بعض النماذج الملائمة لمنطقة الدراسة.



3. إعطاء مثال تطبيقي لعملية التكامل بين نظم المعلومات الجغرافية، ونموذج الارتفاعات الرقمية، والنماذج الرياضية من أجل تشجيع المهتمين بالدراسات الهيدرولوجية على تطبيق مثل هذه الطرق التكاملية في مناطق أخرى.

فروض الدراسة: تنطلق الدراسة من فرضية مفادها أنه: يمكن تقدير حجم الجريان السطحي بحوض وادي النوم باستخدام نظم المعلومات الجغرافية وتقنيات الاستشعار عن بعد.

مصادر الدراسة: اعتمد الباحثون في دراستهم لموضوع البحث على المصادر التاريخية؛ وذلك بالاطلاع على ما توفر لديهم من دراسات سابقة عن الظاهرة موضوع البحث، سواء كانت كتب أو تقارير أو نشرات رسمية أو الرسائل والبحوث العلمية، بحيث وفرت إطارا مرجعيا يمكن الاعتماد عليه في دراسة تقدير حجم الجريان المائي في حوض الوادي.

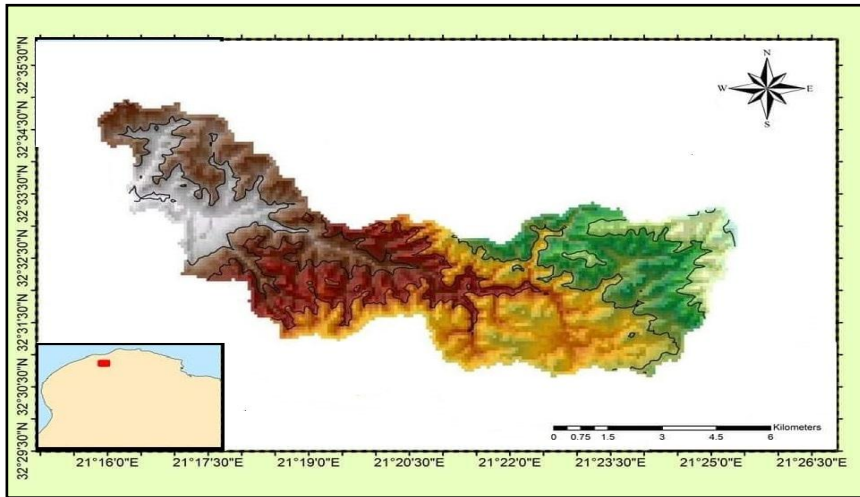
وقد كان لاستخدام نظم المعلومات الجغرافية (GIS) وتقنيات الاستشعار من بعد أهمية كبيرة في رسم ومعالجة العديد من الخرائط والصور الفضائية وإخراجها كما ينبغي بما يضمن الوصول إلى نتائج ومؤشرات دقيقة لها أهميتها في هذه الدراسة ومن الصور الفضائية التي اعتمدت عليها الدراسة هي مرئيات القمر الصناعي (ASTER) ذات قدرة توضيحية 30م.

منطقة الدراسة:

يقع حوض وادي النوم شمال شرق ليبيا في الجزء الأوسط من إقليم الجبل الأخضر بمتوسط ارتفاع يصل حوالي 400 متر فوق مستوى سطح البحر، يحده شمالاً سيرة زاوية بوزويتينة ووادي الحمراية، وجنوبا سيرة الطويل ووادي امريريز، أما شرقاً وادي الحقيفات ومنطقة قصر ليبيا، وغربا منطقة البيضاء ووادي العيصلة، ويمتد الوادي بشكل عام من الجنوب الشرقي إلى الشمال الغربي، ويعد الوادي مستجمع مائي صغير لا تزيد مساحته التجميعية عن 60.45 كم²، ويعد أحد الروافد الرئيسية لحوض وادي اللولب⁽¹⁾، أما فلكيا؛ فحدود الحوض تقع بين دائرتي عرض 30° 36' 32" و 30° 30' 32" شمالاً وخطي طول 00° 25' 21" و 00° 16' 21" شرقاً. خريطة رقم (1)

(1) Army American Map ,Sheet 9385,TAKNIS ,Libya1:50.000.

خريطة (1) الموقع الجغرافي لمنطقة الدراسة



المصدر: من عمل الباحثين باستخدام GIS ونموذج الارتفاعات الرقمية DEM.

منهجية البحث: لتحقيق أهداف البحث اعتمد الباحثون في دراستهم على المنهج الوصفي Descriptive لإبراز بعض الظواهر الجغرافية والجيولوجية التي تم جمعها من المصادر المختلفة، كما تم الاعتماد على المنهج التحليلي Analytical المستخدم في تجميع البيانات وإنشاء قاعدة بيانات لها ثم تحويلها إلى طبقات وتطبيق نموذج الملائمة المعتمد على تحليل جميع البيانات الجيولوجية والمناخية والطبوغرافية وصولاً إلى تقدير حجم الجريان السطحي في حوض الوادي، ودعّمت المناهج بالعديد من الأساليب أهمها الأسلوب الكارتوغرافي، والمعتمد على نظم المعلومات الجغرافية GIS، حيث يحقق نظام المعلومات الجغرافي تكامل المعلومات التي قد يصعب ارتباطها بطرق أخرى، كما تم اتباع الأسلوب الإحصائي في معالجة البيانات التي تم الحصول عليها، باستخدام بعض البرامج الإحصائية مثل برنامج SPSS و Excel واستخراج علاقات الارتباط، والتوزيعات التكرارية، وتحويلها إلى رسوم وأشكال بيانية توضح الظاهرة موضوع الدراسة.

الدراسات السابقة: على الرغم من تعدد الدراسات العلمية التي تناولت تقدير الجريان السطحي وعمليات الحصاد المائي في أحواض الأودية على المستوى الإقليمي، إلا أن هذه الدراسات تتصف بالندرة على المستوى المحلي، بالرغم من تعرض الكثير من المناطق في شرق



البلاد وغيرها لأخطار السيول بين فترة وأخرى، ومن ثم لا تزال الحاجة ماسة إلى المزيد من الدراسات التفصيلية عن الجريان السيلي كونه لم يحظ بالقدر الكافي من الاهتمام ومن هذه الدراسات ما يأتي:

- دراسة البارودي (2012)⁽¹⁾ حول تقدير أحجام السيول ومخاطرها عند المجرى الأدنى لحوض وادي عرنة جنوب شرق مدينة مكة المكرمة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، وقد توصلت إلى أن تصريف الذروة الأقصى للسيول في وادي عرنة وصل حوالي 2170 متر³/ثانية، بتدفق نوعي قدره 3.83 متر³/كم²، وبحجم جريان سطحي بلغ حوالي 200 مليون متر³، كما توصلت الدراسة إلى أن خطورة سيول منطقة البحث تتلخص في عمليات إشغال مجاري الأودية بالأنشطة البشرية، وهو ما يؤدي إلى خطر تدمير المنشآت القائمة فيها لوقوعها في مواجهة السيول أولاً، ولدورها في إعاقه سرعة الجريان ثانياً، وهو ما ينجم عنه تباطؤ في تصريف السيول وتجميع للمياه مما يرفع من منسوبها وفيضاتها إلى مستويات أكثر ارتفاعاً، وهو ما يزيد من مساحة المناطق المتضررة لهذه السيول.

- دراسة صالح وآخرون (2019م)⁽²⁾ عن الحصاد المائي السطحي لحوض وادي السهل الغربي بمضبة البطنان باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، وقد بينت الدراسة أن صافي الجريان السطحي لحوض وادي السهل الغربي بلغ حوالي 2117.7 مليون متر³ من المياه مما يعد مؤشراً على خطورة الحوض.

- دراسة أقيير (2012م)⁽³⁾ حول تقدير الجريان السطحي بحوض وادي جبرون باستخدام نظم المعلومات الجغرافية وتقنيات الاستشعار عن بعد، وقد توصلت الدراسة إلى أن حجم

(1) محمد سعيد البارودي، تقدير أحجام السيول ومخاطرها عند المجرى الأدنى لحوض وادي عرنة جنوب شرق مدينة مكة المكرمة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، سلسلة بحوث جغرافية، العدد الثامن والأربعون، الجمعية الجغرافية المصرية، 2012م.

(2) محمد علي المبروك صالح، علي محمد الفيتوري، سليمان يحيى السبيعي، الحصاد المائي السطحي لحوض وادي السهل الغربي بمضبة البطنان باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، المجلة الليبية العالمية، مجلة علمية (إلكترونية) محكمة تصدر عن كلية التربية بالمرج، جامعة بنغازي، العدد 44، يوليو 2019م.

(3) رجب فرج سالم أقيير، تقدير الجريان السطحي بحوض وادي جبرون باستخدام نظم المعلومات الجغرافية وتقنيات الاستشعار عن بعد، مجلة التربوي، مجلة علمية محكمة تصدر عن كلية التربية الخمس، جامعة المرقب، العدد 10، يناير 2017م.

الجريان السطحي لحوض وادي جبرون بلغ حوالي 1035 متر³/ثانية، وأن سرعة الجريان المائي بحوض الوادي بلغت حوالي 17.04 متر³/ساعة، وهي قيمة عالية ودلالة على خطر السيول بالمنطقة.

- دراسة الغامدي (2015)⁽¹⁾ حول تقدير خطر السيول شرقي مدينة مكة المكرمة باستخدام تقنيتي الإستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، توصلت إلى أن منطقة الدراسة تمثل مستجمع تصرف 18 واديا مياها فيها، وبذلك كانت هذه المنطقة منذ مئات السنين مسرحا للسيول الجارفة، كما توصلت الدراسة إلى أن حوضي وادي نعمان وعرنة عرضة لمخاطر السيول بدرجات متفاوتة خاصة في الجزء الجنوبي الغربي من منطقة الدراسة، حيث صنفت مخاطر السيول فيها على أنها عالية في نحو ربع مساحة منطقة الدراسة.

خطة البحث:

- لتسهيل الدراسة قُسم البحث إلى العناصر الآتية:
- أولاً: الخصائص المورفومترية لحوض التصريف.
- ثانياً: الخصائص المورفومترية لشبكة التصريف.
- ثالثاً: الخصائص الهيدرولوجية لحوض التصريف :
- رابعاً: الميزانية المائية لحوض التصريف.

(1) سعد أبوراس الغامدي، تقدير خطر السيول شرقي مدينة مكة المكرمة باستخدام تقنيتي الإستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، المجلة المصرية للتغير البيئي، دورية علمية محكمة تصدر عن الجمعية المصرية للتغيرات البيئية، المجلد السابع، العدد 2، أكتوبر 2015م.

أولاً: الخصائص المورفومترية لحوض التصريف:

لتحديد حجم الجريان السطحي تكون الحاجة أولاً إلى دراسة بعض الخصائص الشكلية لحوض التصريف والخصائص الهيدرولوجية، والميزان المائي لحوض التصريف باعتبارها متغيرات مهمة في تحديد حجم الجريان السطحي بحوض وادي النوم، ويأتي تفصيل ذلك على النحو الآتي:

- **حوض التصريف:** يقصد بحوض الوادي جميع الأراضي المحيطة به، والتي تزوده بالمياه عن طريق الجريان السطحي أو الجوفي، ويفصل بين الأحواض بعضها عن أراض مرتفعة تمثل أعلى نقطة فيها منطقة تقسيم المياه بين الأحواض، والحدود الفاصلة بينها يطلق عليها خط تقسيم المياه الذي يحيط بالحوض ماراً بأعلى النقاط المرتفعة المحيطة به ليمثل الحد الفاصل بين حوض وآخر⁽¹⁾

- **المساحة:** بلغت مساحة حوض النوم حوالى (60.45) كم² ويمثل كل من المحيط الى جانب الطول والعرض من العناصر التي تؤثر على الخصائص الشكلية والهيدرولوجية لاسيما فيما يتعلق بكثافة التصريف وسرعة وصول المياه إلى المجرى الرئيسي، وهى كما يبدو من بيانات الجدول الآتي:

جدول (1) يوضح المساحة والأبعاد (المحيط - الطول - العرض) لحوض التصريف

المساحة كم ²	(*) الطول كم	العرض كم	المحيط كم
60.45 كم ²	15.81 كم	4.92 كم	46.95 كم

المصدر: من حسابات الطالب اعتماداً على بيانات القياسات المورفومترية لأحواض التصريف.

(*) تم قياس طول الحوض من نقطة المصب إلى أعلى نقطة على محيط الحوض.

- **طول الحوض:** ويلعب دوراً كبيراً في عملية الجريان وذا تأثير في تحديد شكل الحوض والمتحكم في عملية تصريف الحوض لحمولته، فالعلاقة بين طول الحوض وكمية الفاقد علاقة طردية، لكنها عكسية بينه وبين حجم التصريف وقد تم قياسه من نقطة المصب إلى أعلى نقطة على محيط الحوض وهى طريقة (Schumm)⁽²⁾ وبذلك بلغ طول وادي النوم بمنطقة

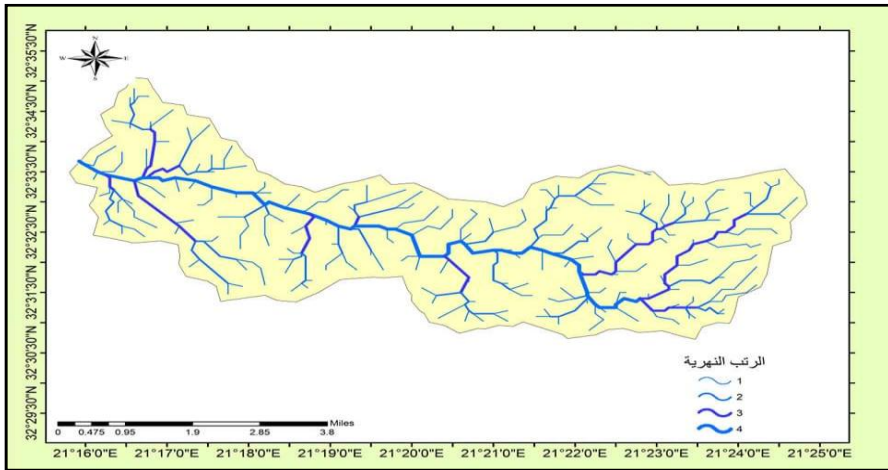
(1) خلف حسين الدليمي، علم شكل الأرض التطبيقي، الجيومورفولوجيا التطبيقية، دار الصفاء للطباعة والنشر والتوزيع والإعلان، جامعة الأنبار، العراق، الطبعة الأولى، 2012م، ص353.

(2) Schumm, S.A. (1956) Evolution of Drainage Systems and Slope in Badland at Parth Amboy New York, Geo.Sci., Vol67.

البيضاة حوالى (15.81) كم، مع الإشارة إلى أن طول الحوض سيكون له تأثير على معدلات الانحدار إذ انه كلما زاد الطول الحوضي أدى إلى انخفاض معدل الانحدار مما يؤثر على سرعة تصريف المياه.

- **عرض الحوض:** فيقاس بقسمة طول الحوض على مساحته حيث يبين لنا مدى تناسب شكل الحوض وقد تم قياسه عند أبعد جزء في كل حوض عموديا على المجرى الرئيسي، وبذلك بلغ امتداد عرض حوض وادي النوم (4.92) كم.
- **محيط الحوض:** وهو يمثل خط تقسيم المياه للحوض ويفيد في معرفة التضرس النسبي واستخراج قيمة الوعورة ونسب التقطع وقد بلغ محيط حوض وادي النوم (46.95) كم.

خريطة (2) شبكة وحوض التصريف لوادي النوم



المصدر: من عمل الباحثين باستخدام GIS ونموذج الارتفاعات الرقمية DEM.

ثانيا: الخصائص المورفومترية لشبكة التصريف:

تؤثر خصائص شبكة التصريف على عملية الجريان السطحي بأحواض الأودية، والذي يمثل المحصلة النهائية لكافة العوامل الهيدرولوجية والميتورولوجية بالحوض المائي، ومن أهم تلك الخصائص ما يأتي:

أ. رتب الأودية: يعد تحليل رتب الأودية الخطوة الأولى للدراسة المورفومترية لشبكات التصريف، واعتمد الباحثون على طريقة سترهler* Strahler في تحليل رتب الأودية لسهولة تطبيقها وشيوع استخدامها بين الدارسين، ومن خلال الخريطة رقم (2) يتضح أن وادي النوم يصل إلى الرتبة الرابعة، أي أن الوادي لا يزال في مرحلة الشباب ولم يكمل دورته الجيومورفولوجية، كما يتضح من الجدول وجود علاقة بين الرتبة وإعداد مجاريها، كما أوضحها هورتون (Horton) فإعداد المجاري يرتفع بتناقص الرتبة، حيث إن عدد المجاري النهرية يميل إلى تكوين متوالية هندسية معكوسة، وبناء عليه فقد بلغ عدد مجاري الرتبة الأولى (169) رافداً.

جدول (2) رتب مجارى شبكة التصريف

الرتبة الأولى		الرتبة الثانية		الرتبة الثالثة		الرتبة الرابعة		المجموع	
العدد	أطوال الرتب	العدد	أطوال الرتب	العدد	أطوال الرتب	العدد	أطوال الرتب	العدد	أطوال الرتب
169	76.45	71	29.97	41	17.87	1	15.35	282	139.64

المصدر: من حسابات الباحث اعتماداً على بيانات البيانات المورفومترية لحوض التصريف.

ب. تكرار المجاري: يعبر هذا المعامل عن العلاقة بين مجموع أعداد المجاري المائية دون النظر إلى أطوالها أو مساحة الحوض، ويحسب من خلال قسمة مجموع أعداد الرتب المختلفة داخل الحوض على مساحته⁽¹⁾، ويعد من المقاييس الهامة التي تعطى صورة جيدة عن شدة تقطع سطح حوض التصريف، ومن محتويات الجدول رقم (3) يتضح أن قيمة تكرار المجاري بلغت نحو (4.6) ومعنى ذلك على أن فرصة حدوث السيول بوادي النوم كبيرة جداً.

* يعتبر هورتون Horton أول من قام بعملية التحليل المورفومتري لشبكات التصريف عام 1945م، وقام بتصنيف المجاري داخل الحوض الواحد إلى رتب نهرية Order والمقصود بالرتبة هنا: معرفة موقع مجرى ما من الشكل التسلسلي Hierarchy لشبكة التصريف في حوض ما، وقد قام سترهler Strahler عام 1952م بتعديل طريقة هورتون بأن اعتبر كل مجريين نهرين من نفس المرتبة يلتقيان ويعطيان مرتبة أعلى، وإذا ألتقى مجريان أحدهما من الرتبة الأولى والآخر من الرتبة الثانية فإن النهر يحتفظ بالرتبة الأعلى.

(1) محمد صبري محسوب، الأطلس الجيومورفولوجي، دار الفكر العربي، القاهرة، 2001م، ص134.

جدول (3) معدلات تكرار مجارى شبكة التصريف

تكرار المجاري (كم ²)	المساحة التجميعية (كم ²)	مجموع أعداد المجاري
4.6	60.45 كم ²	282

المصدر: نفس المصدر السابق.

ج. أعداد وأطوال المجاري: تشير بعض الدراسات إلى أنه كلما زادت أطوال المجاري أدى ذلك إلى زيادة الفاقد من المياه بواسطة التسرب والتبخر، وقد يحدث أن ينقطع الجريان خاصة إذا كانت المسافة طويلة، ومن خلال جدول رقم (4) يتضح أن أعداد المجاري بحوض وادي النوم بلغت حوالي 282 مجرى، في حين بلغ مجموع أطوال المجاري حوالي 139.64 كم.

جدول رقم (4) أطوال المجاري وادي النوم

مجموع أعداد المجاري	إجمالي أطوال المجاري (كم)
282	139.64

المصدر: نفس المصدر السابق.

د. معدل التشعب: يمثل معدل التشعب النسبة بين عدد المجاري المائية لرتبة ما وعدد المجاري للرتبة التي تليها، ويعد من الخصائص المهمة لشبكة التصريف، كونه أحد العوامل المتحكممة بمعدل التصريف المائي. وبحسب من المعادلة الآتية⁽¹⁾:

$$\text{نسبة التعرج} = \frac{\text{عدد المجاري في رتبة ما}}{\text{عدد المجاري في الرتبة التي تليها}}$$

ويتناسب معدل التشعب تناسباً عكسياً مع مياه السيول، فكلما انخفضت نسبة التشعب كلما زادت احتمالية حدوث الجريان، والعكس صحيح⁽²⁾، ومن مؤشرات الجدول (5) يتضح من أن معدل التشعب بوادي النوم حوالي (1.7).

(1) محمود محمد عاشور، طرق التحليل المورفومتري لشبكات التصريف المائي، (حولية كلية الإنسانيات والعلوم الاجتماعية)، العدد السابع، جامعة قطر، 1986م، ص464.

(2) المرجع نفسه، ص462.



جدول (5) معدل التشعب لشبكة التصريف

الرتبة	النوم
الأولى	2.4
الثانية	1.7
الثالثة	1
الرابعة	--
معدل التعرج	1.7

المصدر: نفس المصدر السابق.

هـ. النسيج الطبوغرافي: يوضح النسيج الطبوغرافي درجة تقطع الحوض بمجاري شبكة التصريف والمرحلة الجيومورفولوجية التي وصلت إليها في دورة التعرية⁽¹⁾، ويتم الحصول عليه من خلال قسمة مجموع مجاري كل الرتب بالحوض على طول محيطه، فإذا كان الناتج أقل من (4) مجاري/كم² يكون عندها التصريف خشن، ومن (4-10) مجاري/كم² يكون التصريف متوسطاً، أما إذا كان أكثر من (10) مجاري/كم² ففي هذه الحالة يكون التصريف ناعماً⁽²⁾، ومن بيانات الجدول رقم (6) نجد أن حوض تصريف وادي النوم ينتمي للأحواض ذات النسيج الطبوغرافي المتوسط من (4-10) مجاري/كم² والتي تتميز بسيادة الصخور المنفذة، والتساقط الكبير، والنمو النباتي الجيد حسب تصنيف سميث وموريساو.

جدول (6) نسبة النسيج الطبوغرافي بحوض التصريف

مجموع أطوال المجاري (كم)	طول محيط الحوض (كم)	%	النسيج الطبوغرافي
139.64	46.95 كم	6	متوسط

المصدر: نفس المصدر السابق.

(1) محمد ناصر قاسم البكري، جيومورفولوجية حوض وادي سردور في اليمن باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، رسالة دكتوراه (غير منشورة)، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة عين شمس، 2011م، ص106.

(2) محمد صبري محسوب، مصدر سبق ذكره، ص34

و. **كثافة التصريف:** تمثل كثافة التصريف معاملاً مهماً في الدراسات الهيدرولوجية ومورفولوجية، كونها توضح مدى تقطيع المجاري لسطح الحوض وتحديد حجم الجريان وكمية الحمولة، وتقسّم كثافة التصريف إلى نوعين هما: **كثافة التصريف الطولية:** ويقصد بها مجموع أطوال الأودية إلى مساحة أحواضها، ويتم الحصول عليها من خلال قسمة مجموع أطوال الأودية على مساحة الحوض. وترتبط ارتباطاً وثيقاً بعناصر المناخ، لا سيما كمية الأمطار ودرجة الحرارة، و**كثافة التصريف العددية:** ويقصد بها مجموع أعداد مجاري الأودية إلى مساحة أحواضها، ويتم الحصول عليها من خلال قسمة مجموع أعداد المجاري على مساحة الحوض، وتتأثر كثافة التصريف بعدة عوامل منها التكوينات الصخرية والتساقط والنبات الطبيعي وغطاء التربة، حيث تزداد في الأحواض ذات الصخور الصلبة، وتقل في الأحواض ذات الصخور اللينة⁽¹⁾، وكلما زادت الكثافة زادت فرصة حدوث الفيضانات، وبما أن الكثافة التصريفية هي نتاج سقوط المطر وبذلك فهي المؤثرة تأثيراً مباشراً في سرعة انتقال المياه المتجمعة بمجرى الوادي، كما أنها أيضاً تتوقف على طول المجرى ومساحة الحوض، فكلما زادت أطوال مجاري الأودية ومساحات الأحواض قلت كثافة التصريف، ويتضح من الجدول رقم (7) أن كثافة التصريف الطولية بوادي النوم وصلت إلى نحو (2.30) كم²، في حين بلغت كثافة التصريف العددية نحو (4.66).

جدول (7) كثافة التصريف بوادي النوم

كثافة التصريف العددية	كثافة التصريف الطولية (كم ²)	المساحة التجميعية (كم ²)	مجموع أطوال مجرى الوادي (كم)
4.66	2.30	60.45 كم ²	139.64

المصدر: نفس المصدر السابق.

(1) محمد موسى حمادي، تقدير الجريان السطحي وأخطاره السيالية بحوض وادي الحمدي بالعراق باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، رسالة دكتوراه (غير منشورة)، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة عين شمس، 2015م، ص 100.



ثالثاً: الخصائص الهيدرولوجية لحوض وادي النوم:

تعد الخصائص الهيدرولوجية من المؤثرات الرئيسية في تحديد الميزانية المائية لأحواض التصريف، فهي تمثل انعكاساً للظروف المناخية بالحوض المائي، ويتم دراسة أهم المتغيرات الهيدرولوجية التي لها علاقة بالجريان السطحي بأحواض التصريف بالمنطقة على النحو الآتي:

أ. **زمن التركيز:** ويقصد به الفترة الزمنية اللازمة لتجمع مياه الأمطار الساقطة وانتقالها من أبعد نقطة تقع على محيط الحوض حتى وصولها إلى مصب الحوض وبذلك فإنه يسهم في إيضاح الرؤية أمام المخطط لاتخاذ الحلول الناجحة في مواجهة خطر السيول، ويعتمد زمن التركيز على متغيرين رئيسيين هما طول الحوض، والفارق الرأسى⁽¹⁾، ويتم حسابه من خلال تطبيق المعادلة الآتية⁽²⁾:

$$TC = (0.00013) (L^{1.15}) (H^{0.38})$$

حيث إن : TC = زمن التركيز L = طول المجرى الرئيسي بالمتر H = الفارق الرأسى (الفرق بين أعلى وأدنى نقطة) وأن (1.15) و (0.38) هي أسس ثابتة تمثل خصائص الحوض من نبات طبيعي ومفتتات سطحية وخشونة سطح الحوض.

ومن خلال تطبيق المعادلة السابقة يتضح أن المتوسط العام لزمن التركيز بلغ نحو (0.18) ساعة، وهو متوسط منخفض، إذ أنه كلما قلت قيمة زمن التركيز دلّ ذلك على أن الماء سيستغرق، وقتاً قصيراً للوصول إلى مخرج الحوض والعكس صحيح .

جدول (8) زمن التركيز بحوض التصريف

زمن التركيز بالساعة	الفارق الرأسى بين أعلى وأدنى نقطة بالمتر	طول المجرى بالمتر
180.	194	15000.81

المصدر: نفس المصدر السابق.

(1) محمد موسى حمادي، مرجع سابق، ص 123.

(2) Stephen, A., S., (1999). Hydrology for water Management, A.A. Balkema, Rotterdam, Brookfield, p. 213.

ب . زمن التباطؤ: ويقصد به المدة الزمنية المحصورة بين بداية السقوط المطري وحتى بداية الجريان المائي في الحوض، ويعتبر من العوامل المؤثرة بقوة في كمية الفاقد، إذ تتسرب كميات كبيرة من مياه الأمطار إلى التربة خلال مدة التباطؤ، ويتوقف زمن التباطؤ على نوع الصخور المكونة للسطح، ومدى تأثرها بالفواصل والشقوق، ومدى تأثرها بالتجوية، وعليه فإن معامل التباطؤ يكون مرتفعاً في حالة السطوح شبه المستوية أو قليلة الانحدار بسبب زيادة الفاقد عن طريق التسرب الباطني أو التبخر السطحي مع تراكم المياه لمدة أطول، والعكس صحيح⁽¹⁾، ويمكن حساب زمن التباطؤ من خلال تطبيق الآتية⁽²⁾:

$$TL = K1 (A^{0.3}) / (Sa/Dd)$$

حيث إن : TL = وقت التباطؤ. A = مساحة حوض التصريف كم².
Sa = متوسط انحدار حوض التصريف. Dd = كثافة التصريف.
K1 = معامل ثابت = (0.4) للأسطح الصخرية شديدة الانحدار و (0.25) للأسطح الرملية والحصوية.
ومن المعادلة السابقة يتضح أن زمن التباطؤ بحوض وادي النوم المنطقة بلغ (2.46) دقيقة كما هو موضح بالجدول الآتي:

جدول (9) زمن التباطؤ بحوض التصريف

زمن التباطؤ	كثافة التصريف (كم ²)	متوسط انحدار الحوض	مساحة الحوض (كم ²)
2.46	2.30	20.7	60.45

المصدر: نفس المصدر السابق.

(1) سرحان نعيم الخفاجي، تقدير حجم الجريان السطحي في حوض وادي الأشعلي وأثره في التنمية المستدامة، مجلة أوروک للعلوم الإنسانية، مجلة علمية (محكمة) تصدر عن جامعة المثنى، كلية التربية للعلوم الإنسانية، العدد 3، المجلد 14، 2021م، ص 1656.

(2) Cook, R. u., Brusden, D. Doorn kamp J. C., and Jenes, D.K (1982)., Urban Geomorphology in Dry lands, Oxford Univ. press, London & New York. , p. 239.



ج . زمن تصريف الحوض: يعرف زمن التصريف بأنه المدة الزمنية اللازمة للأحواض المائية لتصريف كافة مياهها من المنبع، وحتى مخرجها عند نقطة المصب، ويقاس هذا الزمن بسهولة في الأحواض دائمة الجريان من خلال استخدام وسائل متعددة، إلا أنه من الصعوبة استخدام هذه الوسائل بالنسبة للأحواض الجافة التي لا تشهد جرياناً دائماً، وتحدث فيها السيول بشكل متواتر على فترات غير منتظمة، لذلك وضعت الكثير من المعادلات القائمة على التجارب العلمية، التي يمكن استخدامها في دراسات الأحواض الجافة⁽¹⁾، وقد تم حساب زمن التصريف لحوض وادي النوم من خلال تطبيق المعادلة الآتية⁽²⁾:

$$T_d = (0.305 H) 1.15 / 7700 (0.305 L)$$

حيث إن: TD = زمن تصريف الحوض بالساعة. L = طول المجرى الرئيسي بالمتر. H = الفرق بين أعلى وأدنى نقطة في الحوض.

ومن خلال تطبيق المعادلة يتضح أن زمن تصريف وادي النوم حوالي (1.16) ساعة على النحو المبين بالجدول الآتي:

جدول (10) زمن التصريف بوادي النوم

زمن التصريف بالساعة	الفارق الرأسى بين أعلى وأدنى نقطة بالمتر	طول المجرى بالمتر
1.16	194	15000.81

المصدر: نفس المصدر السابق.

د . سرعة الجريان: تعرف سرعة الجريان بأنها المسافة التي تنتقل خلالها المياه من المنبع إلى المصب في زمن معين، وتقاس بوحدة (كم/ساعة) ومن الصعب أحياناً قياس سرعة المياه أثناء فترة الجريان، كما قد يصعب رصدها في مناطق أخرى خلال تتبع حركة المياه في حوض التصريف بواسطة التصوير الجوي أو الفضائي، ومن ثم كانت الاستعانة بالطرق الرياضية في

(1) محمد موسى حمادي، مرجع سابق، ص 129.

(2) محمود سعيد السلاوي، هيدرولوجية المياه السطحية، الدار الجماهيرية للتوزيع والإعلان، مصراتة، الطبعة الأولى، 1989م، ص 102.

تقدير حجم الجريان السطحي بحوض وادي النوم في الجبل الأخضر

مثل هذه الحالات وفي كثير من المناطق، وتحسب سرعة الجريان بقسمة طول الحوض على زمن التركيز من خلال تطبيق المعادلة الآتية⁽¹⁾

$$V = L/TC$$

حيث إن (L) = طول حوض التصريف (كم). (TC) = تمثل زمن التركيز (ساعة).
ومن خلالها يتضح أن سرعة المياه بحوض وادي النوم بلغت نحو (41.6) كم/ساعة، كما يوضحه الجدول الآتي:

جدول (11) سرعة المياه بحوض التصريف

طول المجرى كم	زمن تركيز الحوض بالساعة	سرعة المياه م ³ / الساعة
15.81	0.38	41.6

المصدر: نفس المصدر السابق.

هـ . حجم السريان: يمثل حجم السريان مجموع ما يمكن أن تصرفه شبكة تصريف الحوض الجاف ويمر خلال أودية تلك الشبكة، ويقاس بـ(1000/م³) ويمكن الحصول عليه من المعادلة الآتية⁽²⁾:

$$ت = 1.5 (ل)^{0.85}$$

حيث ت = حجم السريان (1000/م³) ل = مجموع أطوال الأودية التراكمي كم

جدول (12) حجم السريان بحوض التصريف

مجموع أطوال المجاري التراكمي كم	حجم السريان (1000/م ³)
139.64	239.65 ألف متر ³

المصدر: نفس المصدر السابق.

- (1) محمود محمد خضر، الأخطار الجيومورفولوجية الرئيسية في مصر مع التركيز على السيول في بعض مناطق وادي النيل، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية الآداب، جامعة عين شمس، 1997م، ص 380.
- (2) محمد موسى حمادي، مرجع سابق، ص 128، نقلاً عن العزب سليمان العزب يوسف، الأخطار الجيومورفولوجية على طريق قنا-سفاجا: دراسة في الجيومورفولوجيا التطبيقية، رسالة ماجستير (غير منشورة)، قسم الجغرافيا، كلية البنات، جامعة عين شمس، 2008م، ص 205.

و . **حجم التصريف:** هو كمية المياه المتجمعة من كل أرجاء الحوض مقاسا من نقطة محددة، وخلال وحدة زمنية محددة، ويقاس بوحدة (م³/ثانية)، ونظرا لوجود صعوبة في تحديد حجمه الفعلي، فقد وضعت الكثير من المعادلات لتحديد حجم التصريف الفعلي، وقد اعتبرت كل هذه المعادلات أن الأمطار تسقط بشكل منتظم، وبكثافة واحدة على جميع أنحاء الحوض، وأنها تضيف قدرا معينا من المياه وبشكل ثابت في زمن تساقط الأمطار، ويمكن حساب حجم التصريف من خلال تطبيق المعادلة الآتية⁽¹⁾:

$$Q = 1.5 (A)^{0.9}$$

حيث أن : Q = معدل التصريف م³/ الثانية. A = مساحة حوض التصريف/ميل².
وقد سجل معدل التصريف بحوض وادي النوم أدنى معدل تصريف حيث بلغ حوالى (11583.02) متر³/ الثانية، وعلى النحو المبين بالجدول الآتي:
جدول (13) حجم التصرف بالحوض

مساحة الحوض (ميل ²)	حجم التصريف م ³ / الثانية
23.4	11583.02

المصدر: نفس المصدر السابق.

رابعاً: الميزانية المائية لحوض التصريف:

يقصد بالميزانية الهيدرولوجية تحديد القيمة الفعلية للتبخر والتشرب قبل وأثناء حدوث الجريان، وذلك لمعرفة ما تبقى من إجمالي المياه الساقطة على الحوض أو ما يعرف بـ(صافي الجريان)، ويتم حساب الميزانية الهيدرولوجية من معرفة أحجام الأمطار الساقطة على حوض التصريف، وأحجام الفواقد المائية داخل الحوض، وتقدير صافي الجريان⁽²⁾.

أ . **كمية الأمطار الساقطة على حوض وادي النوم:** ويقصد بها إجمالي الأمطار المتجمعة في حوض التصريف أثناء سقوط أكبر كمية مطر خلال يوم واحد، ويمكن تقدير حجم المياه

(2) المرجع نفسه، ص 125 ، نقلاً عن أحمد زايد عبدالله، المخاطر الجيومورفولوجية بمراكز العمران على ساحل البحر الأحمر، رسالة ماجستير (غير منشورة)، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة القاهرة، 2006م، ص 122.

(1) محمد عبد المعتمد عبد الرسول عبد اللاه، الأخطار الجيومورفولوجية على المناطق الأثرية بمحافظة سوهاج، أطروحة دكتوراه (غير منشورة)، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة كفر الشيخ، 2011م، ص 302.

المتوقع سقوطها من خلال أكبر كمية مطر سقطت في يوم بمحطة الرصد الجوي بالمنطقة والتي وصلت الى نحو (103) ملم في يوم (3) يناير سنة (1993م) كدراسة حالة، ويمكن حساب كمية الأمطار المتوقعة سقوطها وذلك من خلال المعادلة الآتية:

$$\text{كمية المياه المتوقعة سقوطها} = \text{أكبر كمية مطر سقطت} \times \text{مساحة الحوض كم}^2.$$

وتطبيق المعادلة السابقة أمكن التوصل إلى النتائج المبينة بالجدول الآتي:

جدول (14) كمية المياه المتوقعة سقوطها بحوض التصريف

المساحة كم ²	أكبر كمية مطر يومية / ملم	كمية المياه المتوقعة سقوطها مم ³
60.45	103.1	6232.395

المصدر: نفس المصدر السابق.

ومن بيانات الجدول السابق يتضح أن إجمالي كمية الأمطار المتوقعة سقوطها على حوض وادي النوم حوالى (6.232.395) مم³ ولعل صغر مساحة هذا الحوض وزيادة كمية الأمطار السبب في ارتفاع كمية المياه المتوقعة سقوطها عليه.

ب . أحجام الفواقد المائية داخل الحوض: (Losses) الفواقد هي كمية المياه المفقودة من الأمطار الساقطة عن طريق التبخر أو التشرب (Infiltration)، والذي يمثل الفائض من المطر بعد حدوث هاتين العمليتين، وتؤثر على حدوث عملية الجريان السطحي تأثيراً كبيراً حتى بعد بدء الجريان في التوالد، حيث تؤثر على مدى استمرار الجريان في الروافد ووصوله إلى الوادي الرئيسي أو انقطاعه⁽¹⁾، وسوف يتم دراستها على النحو الآتي:

● **الفواقد بالتبخر:** يقصد بالتبخر انتقال جزيئات الماء وتصاعدها إلى الغلاف الجوي نتيجة لعملية التسخين المستمر لسطح المياه والتربة، وتتأثر عملية التبخر بمجموعة من العوامل أهمها كمية التساقط، ومعدل الإشعاع الشمسي ودرجة الحرارة والرطوبة النسبية ورطوبة التربة والرياح⁽²⁾، وتم حساب كمية الفواقد بالتبخر من خلال المعادلات الآتية⁽³⁾:

(1) محمد موسى حمادي، مرجع سابق، ص 135.

(2) عزة أحمد عبدالله، الأخطار الجيومورفولوجية على الطرق الرئيسية في شبه جزيرة سيناء، المؤتمر السنوي الخامس لإدارة الأزمات والكوارث، كلية التجارة، جامعة عين شمس، القاهرة، 2000م، ص 562.

(3) محمد موسى حمادي، مرجع سابق، ص 135، نقلاً عن عبدالعزيز زكي، معدل أمطار مناسب للتصميمات الهيدرولوجية بشبه جزيرة سيناء، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية الهندسة، جامعة القاهرة، 1994م، ص 106.



إجمالي التبخر اليومي = متوسط التبخر في محطة الرصد الجوي × مساحة الحوض.

إجمالي التبخر في الساعة = إجمالي التبخر اليومي / 24.

الفاقد بالتبخر خلال زمن تصريف الحوض = إجمالي التبخر في الساعة × زمن تصريف الحوض.

وبالاعتماد على المتوسط اليومي للتبخر بمنطقة الدراسة والمقدر بنحو (4.9) ملم

أمكن حساب جملة التبخر من سطح الحوض كما بالجدول الآتي:

جدول (15) التبخر خلال زمن التصريف

المساحة كم ²	التبخر ملم	إجمالي التبخر اليومي ملم ³	التبخر في الساعة متر ³	التبخر خلال زمن التصريف متر ³
60.45	4.9	296.2	12.3	14.2

المصدر: نفس المصدر السابق.

وكما يتضح من النتائج المبينة بالجدول السابق أن إجمالي المياه المتبخرة خلال زمن

التصريف من حوض وادي النوم بلغت حوالى (14.2) متر³.

● **الفواقد بالتسرب:** وهي كل ما يتسرب من مياه إلى ما تحت السطح منذ أول قطرة مطر تسقط على سطح الأرض الى أن يبدأ الماء في الظهور على سطح الأرض ومنه يبدأ حدوث الجريان، ويعد حساب التسرب بنوعيه (خلال زمن التباطؤ و قيم التسرب الثابتة) من العوامل المهمة في تحديد الميزانية الهيدرولوجية للأحواض، ويرتبط ما يفقد بالتسرب بخصائص الصخور وخاصة فيما يتعلق بالمسامية Porosity والنفاذية⁽¹⁾ Permeability ، ويتم حساب الفواقد بالتسرب بالشكل الآتي:

● **التسرب خلال زمن التباطؤ:** وبحسب إجمالي حجم المياه المتسربة خلال زمن التباطؤ على الأحواض بتطبيق المعادلة الآتية⁽²⁾:

كمية التسرب خلال زمن التباطؤ = مساحة الحوض × زمن التباطؤ للحوض × 0.08 ملم/دقيقة

حيث إن (0.08) ملم/د = متوسط التسرب لكل أنواع الرواسب السطحية

ومن خلال تطبيق المعادلة تم حساب مجموع ما يمكن أن يتسرب من مياه خلال زمن

التباطؤ حوالى (11.96) ألف متر³.

(1) محمد عبد المعتمد عبد الرسول عبد اللاه، مرجع سابق، ص 306.

(2) محمد موسى حمادي، مرجع سابق، ص 137.

تقدير حجم الجريان السطحي بحوض وادي النوم في الجبل الأخضر

جدول (16) فواقد التسرب بحوض التصريف

المساحة كم ²	زمن التصريف /دقيقة	زمن التباطؤ / دقيقة	كمية التسرب خلال زمن التباطؤ	قيم التسرب الثابتة
60.45	1.16	2.46	11.96	24.89

المصدر: نفس المصدر السابق.

- **قيم التسرب الثابتة:** يقصد بقيم التسرب الثابتة مقدار ما يتسرب داخل الصخر الذي يقع أسفل الرواسب السطحية التي تغطي جوانب الأحواض وقيعائها، وغالبا ما تحدث بعد انتهاء مدة التسرب خلال زمن التباطؤ، وتشيع الرواسب السطحية تماما، وتختلف قيم التسرب الثابتة من حوض لآخر تبعا لاختلاف نوعية الصخر الأصلي، وسرعة المياه فيه وطوله ودرجة انحدار الجرى، ويتم حساب قيم التسرب الثابتة بتطبيق المعادلة الآتية⁽¹⁾:

$$Q = M \times Z \times T$$

حيث Q = قيم التسرب الثابتة، M = مساحة الحوض، T = ثابت يقدر بـ 0.0158 في الصخور الجيرية.

ومن تطبيق المعادلة والجدول السابق يتضح أن قيم التسرب الثابتة بحوض وادي النوم بلغت نحو (24.89) .

- **حساب جملة الفواقد:** وهو حساب المحصلة النهائية لما يفقد من مياه داخل الأحواض، عن طريق التبخر أو التسرب ويعد حسابه من المعاملات المهمة في تحديد صافي الجريان السطحي، ويتم حساب جملة الفواقد من خلال تطبيق المعادلة الآتية⁽²⁾:

$$\text{جملة الفواقد} = \text{التبخر خلال زمن التصريف} + \text{التسرب خلال زمن التباطؤ} + \text{قيمة التسرب الثابتة}$$

ومن خلال تطبيق المعادلة السابقة تم حساب جملة الفواقد بحوض وادي النوم، حيث بلغت حوالي (4227.2) متر³ وعلى النحو المبين من الجدول الآتية:

جدول رقم (17) جملة الفواقد بحوض التصريف

التسرب خلال زمن التباطؤ	قيم التسرب الثابتة	التبخر خلال الجريان	جملة الفواقد/ متر ³
11.96	24.89	14.2	50.05

المصدر: نفس المصدر السابق.

(1) محمود محمد خضر، مرجع سابق، ص 410.

(2) محمد موسى حمادي، مرجع سابق، ص 140.

ج . صافي الجريان السطحي: يقصد بصافي الجريان هو المحصلة النهائية لما تبقى من مياه الأمطار الساقطة على حوض الوادي بعد طرح جملة الفواقد منها، وعلى أساسه يتم حساب العجز أو الزيادة في فائض الجريان، وهل يسمح بحدوث سيل أم لا، وتنبغي الإشارة الى أن قيمة صافي الجريان قد تكون موجبة حينما يكون إجمالي التساقط أكبر من إجمالي الفواقد ويترتب عنه حدوث الجريان السطحي، كما قد تكون قيمته سالبة إلا إذا كان إجمالي التساقط أقل من إجمالي الفواقد، ويتم حسابه بتطبيق المعادلة الآتية:

$$\text{Run - Off} = P - \text{Losses}$$

حيث إن: Run - Off = صافي الجريان.

P = إجمالي التساقط.

Losses = إجمالي الفواقد

جدول (18) صافي الجريان السطحي لحوض وادي النوم

صافي الجريان/ متر ²	إجمالي الفواقد	إجمالي التساقط
6182.345	50.05	6232.395

المصدر: نفس المصدر السابق.

ومن خلال تطبيق المعادلة، ونتائج الجدول رقم (18) يتضح أن صافي الجريان بحوض وادي النوم خلال العاصفة المطرية التي حصلت يوم 3 يناير 1993م بلغ حوالي (6182.345) مليون متر³، وهو معدل كبير جداً مقارنة بحجم حوض الوادي ومساحته.

النتائج والتوصيات

أولاً: نتائج الدراسة:

- أظهرت الدراسة المورفومترية لحوض وادي النوم بأنه عبارة عن مستجمع مائي صغير لا تزيد مساحته عن 60.45 كم²، ولا يتعدى طوله 15.81 كم، وعرضه حوالي 4.92 كم، في حين لم يتجاوز محيط حوضه 46.95 كم.

- من خلال تحليل نموذج الارتفاعات الرقمية (DEM) يظهر أن وادي النوم لازال يمر بمرحلة الشباب، حيث لم تتجاوز الرتب النهرية فيه الرتبة الرابعة، ويصل مجموع عدد الرتب إلى 282 رتبة، وأطولها حوالي 139.64 كم.
- أظهرت نتائج دراسة الخصائص الهيدرولوجية لحوض وادي النوم أن زمن التركيز بحوض الوادي يبلغ حوالي 0.18 ساعة، وزمن التباطؤ نحو 2.46 ساعة، في حين بلغت سرعة الجريان 41.6 متر³/ساعة، وحجم التصريف بلغ حوالي 11583.02 متر³/الثانية.
- أظهرت نتائج دراسة الميزانية المائية لحوض وادي النوم أن كمية الأمطار التي سقطت يوم 03 يناير 1993 تقدر بحوالي 6232.395 مليون متر³، ولم يتعدى إجمالي الفواقد منها 50.05 متر³.
- بلغ صافي الجريان السطحي بحوض وادي النوم حوالي 6182.345 مليون متر³، وهو مؤشر يدل على خطورة الحوض.
- أظهرت الدراسة أهمية التكامل بين تقنيتي الاستشعار عن بعد Remote Sensing (RS) ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) في تقدير حجم الجريان السطحي في أوقات وفرة الأمطار وفصل التساقط المطري، والقياسات المتعلقة بها بصورة دقيقة جداً؛ بسبب دقة التمييز المكاني.

ثانياً: التوصيات:

- توظيف تقنيتي الاستشعار عن بعد (RS) ونظم المعلومات الجغرافية (GIS) لما لها من دور بارز ومهم في الحصول على نتائج عالية الدقة والتفاصيل في الدراسات الهيدرولوجية، وبذلك تمكن متخذي وصناع القرار من الاستفادة من نتائجها.
- إنشاء محطات لقياس تصارييف الجريان السطحي في أحواض الأودية، فضلاً عن إقامة محطات مناخية، لأهمية ذلك في توفير قاعدة بيانات تفصيلية يستفاد منها في الدراسات المناخية والهيدرولوجية المتنوعة.
- الاستفادة من مياه الجريان السطحي خلال أوقات التساقط المطري من خلال إقامة سدود مائية صغيرة، وقاطعة على الوديان الرئيسية، والتي تسهم في تنمية وتطوير الأحواض المائية.



- جعل حصاد المياه جزءا من خطة تنمية متكاملة للأراضي والموارد المائية في المنطقة.
- وقف التوسع العمراني وعدم إنشاء أي مخطط سكني أو تجاري في مجاري الأودية أو ممرات السيول، والأخذ في الاعتبار تأثير تلك المشروعات على مجاري السيول مستقبلاً، وذلك لمنع تكرار مخاطر السيول الجارفة كما حدث في يناير 1993م، أو أكتوبر 2021م.
- الاستفادة من قاعدة البيانات الهيدرولوجية الناتجة عن هذه الدراسة، وتوظيفها بشكل يخدم الأحواض المجاورة لحوض الدراسة.

المصادر والمراجع:

أولاً: المراجع العربية:

- 1- أبو العينين، حسن سيد أحمد أصول الجيومورفولوجيا، دار الجامعة للطباعة والنشر، بيروت، 1981م.
- 2- الدليمي، خلف حسين، علم شكل الأرض التطبيقي، الجيومورفولوجيا التطبيقية، دار الصفاء للطباعة والنشر والتوزيع والإعلان، جامعة الأنبار، العراق، الطبعة الأولى، 2012م.
- 3- أفتير، رجب فرج سالم، تقدير الجريان السطحي بحوض وادي جبرون باستخدام نظم المعلومات الجغرافية وتقنيات الاستشعار عن بعد، مجلة التربوي، مجلة علمية محكمة تصدر عن كلية التربية الخمس، جامعة المرقب، العدد 10، يناير 2017م.
- 4- الغامدي، سعد أبوراس، تقدير خطر السيول شرقي مدينة مكة المكرمة باستخدام تقنيتي الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، المجلة المصرية للتغير البيئي، دورية علمية محكمة تصدر عن الجمعية المصرية للتغيرات البيئية، المجلد السابع، العدد 2، أكتوبر 2015م.
- 5- البارودي، محمد سعيد، تقدير أحجام السيول ومخاطرها عند الجرى الأدنى لحوض وادي عرنة جنوب شرق مدينة مكة المكرمة باستخدام نظم المعلومات الجغرافية، سلسلة بحوث جغرافية، العدد الثامن والأربعون، الجمعية الجغرافية المصرية، 2012م.
- 6- البكري، محمد ناصر قاسم، جيومورفولوجية حوض وادي سردور في اليمن باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية، رسالة دكتوراه (غير منشورة)، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة عين شمس، 2011م.
- 7- صالح، أحمد سالم، الجريان السيلي في الصحارى، دراسة في جيومورفولوجية الأودية الصحراوية، معهد البحوث والدراسات العربية، جامعة الدول العربية، القاهرة، 1989م.
- 8- المركز الوطني للأرصاد الجوية، إدارة المناخ، بيانات غير منشورة، 1995م.
- 9- صالح، محمد علي المبروك، علي محمد الفيتوري، سليمان يحيى السبيعي، الحصاد المائي السطحي لحوض وادي السهل الغربي بهضبة البطنان باستخدام نظم المعلومات



- الجغرافية، المجلة الليبية العالمية، مجلة علمية (إلكترونية) محكمة تصدر عن كلية التربية
المرج، جامعة بنغازي، العدد 44، يوليو 2019م.
- 10- السلاوي، محمود سعيد، هيدرولوجية المياه السطحية، الدار الجماهيرية للتوزيع
والإعلان، مصراتة، الطبعة الأولى، 1989م.
- 11- الحياي، شيماء باسم عبدالقادر، المخاطر الهيدرولوجية للأحواض المائية في منطقة
عقرة، أطروحة دكتوراه (غير منشورة)، قسم الجغرافيا، كلية التربية للعلوم الإنسانية،
جامعة الموصل، 2021م.
- 12- الخفاجي، سرحان نعيم، تقدير حجم الجريان السطحي في حوض وادي الأشعلي
وأثره في التنمية المستدامة، مجلة أوروک للعلوم الإنسانية، مجلة علمية (محكمة) تصدر
عن جامعة المثنى، كلية التربية للعلوم الإنسانية، العدد 3، المجلد 14، 2021م.
- 13- حمادي، محمد موسى، تقدير الجريان السطحي وأخطاره السيلية بحوض وادي
المحمدي بالعراق باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية،
رسالة دكتوراه (غير منشورة)، قسم الجغرافيا، كلية الآداب، جامعة عين شمس،
2015م.
- 14- خضر، محمود محمد، الأخطار الجيومورفولوجية الرئيسية في مصر مع التركيز على
السيول في بعض مناطق وادي النيل، رسالة ماجستير (غير منشورة)، كلية الآداب،
جامعة عين شمس، 1997م.
- 15- عاشور، محمود محمد، طرق التحليل المورفومتري لشبكات التصريف المائي، حولية
كلية الإنسانيات والعلوم الاجتماعية، العدد السابع، جامعة قطر، 1986م.
- 16- عبدالله، عزة أحمد، الأخطار الجيومورفولوجية على الطرق الرئيسية في شبه جزيرة
سيناء، المؤتمر السنوي الخامس لإدارة الأزمات والكوارث، كلية التجارة، جامعة عين
شمس، القاهرة، 2000م.
- 17- عبدالله، أحمد زايد، المخاطر الجيومورفولوجية بمراكز العمران على ساحل البحر الأحمر،
رسالة ماجستير (غير منشورة)، جامعة القاهرة، 2006م.

18- محسوب، محمد صبري، الأطلس الجيومورفولوجي، دار الفكر العربي، القاهرة، 2001م.

ثانيا: المراجع الإنجليزية:

1. Army American Map ,Sheet 9385,TAKNIS ,Libya1:50.000.
2. Cook, R. u., Brusden, D. Doorn kamp J. C., and Jenes, D.K (1982)., Urban Geomorphology in Dry lands, Oxford Univ. press, London & New York
3. Schumm, S.A. (1956) Evolution of Drainage Systems and Slope in Badland at Parth AmboyNewYork,Geo.Sci.,Vol67.
4. Stephen, A., S.,(1999). Hydrology for water Management, A.A. Balkema, Rotterdam, Brookfield.
5. Army American Map ,Sheet 9385,TAKNIS ,Libya1:50.000.



المؤتمر الدولي الثاني

متطلبات التنمية الحقيقية في ليبيا - بن جواد (14-15 ديسمبر 2021م)

